

GERAÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DA CO-DIGESTÃO ANAERÓBIA DE RESÍDUOS SÓLIDOS MUNICIPAIS COM DEJETO SUÍNO

BIOGAS GENERATION FROM ANAEROBIC CODIGESTION OF MUNICIPAL SOLID WASTE WITH SWINE MANURE

Waldir Nagel Schirmer¹
Fabíole Jordana Los Barbosa²
Alexandre Rodrigues Cabral³
Maria Isabel Coltro Crovador⁴
Marlon André Capanema⁵

Resumo

Este trabalho teve por objetivo avaliar a influência da utilização de diferentes inóculos de dejetos suínos em diferentes proporções na determinação do potencial de geração de biogás a partir da fração orgânica de resíduos sólidos urbanos (RSU). Utilizou-se dejetos suínos como inóculo do RSU nas proporções 1 g_{sv} resíduo:1 g_{sv} inóculo e 3g_{sv} resíduo:1 g_{sv} inóculo. Todos os biodigestores foram incubados à temperatura constante (32°C) por 50 dias. Observou-se que a geração média de biogás (volume gerado) foi altamente dependente da proporção resíduo:inóculo utilizada. A eficiência da mistura resíduo:inóculo na proporção 3:1 foi superior à proporção 1:1 em termos de volume de biogás gerado.

Palavras-chave: Biogás. Dejetos animais. Resíduo sólido municipal.

Abstract

The present work focused on evaluating the influence in using swine manure inoculum in different proportions in order to determinate the biogas generation from organic fraction of municipal solid waste (MSW). We employed swine manure as inoculum of the MSW at 1 g_{vs}waste:1g_{vs}inoculum and 3 g_{vs}waste:1g_{vs}inoculum ratios. All biodigestors were incubated at constant temperature (32°C) for 50 days. We could observe that the biogas generation (in volume) was highly dependent of the waste:inoculum ratio used. The efficiency of the blend 3:1 was upper compared to 1:1, taking into account the volume of biogas.

Keywords: Animal manure. Biogas. Municipal solid waste.

¹ Doutor em Engenharia Ambiental pela UFSC. Professor Associado da Universidade Estadual do Centro-oeste do Paraná (UNICENTRO). E-mail: wanasch@hotmail.com

² Mestre em Eng^a Sanitária e Ambiental pela UNICENTRO. E-mail: fabiolelos@gmail.com

³ Doutor em Engenharia Civil. Professor titular da Université de Sherbrooke, Canadá. E-mail: alexandre.cabral@usherbrooke.ca

⁴ Mestre em Bioenergia pela UNICENTRO. Professora do Centro Estadual Florestal de Educação Profissional Presidente Costa e Silva, Irati (PR). Email: isabelcrovador@hotmail.com

⁵ Doutor em Engenharia Civil pela Université de Sherbrooke, Canadá. Professor adjunto do IF-GO. E-mail: marloncapanema@gmail.com

1 Introdução

Devido ao potencial combustível do metano, a recuperação do biogás para fins energéticos se constitui em uma opção que pode ser interessante economicamente e que vem ao encontro da crescente demanda por combustíveis renováveis e da preocupação internacional com a sustentabilidade. Para isso, é necessário conhecer o potencial de geração desse gás em diferentes processos (aterro sanitário, dejetos de produção animal, etc.) (CROVADOR, 2014). O tratamento anaeróbio de dois ou mais resíduos (codigestão) com diferentes propriedades em um mesmo digestor com o objetivo de melhorar o processo de biodigestão (ÁLVAREZ, OTERO e LEMA, 2010) tem se tornado uma opção. A utilização de um co-substrato pode ser tratada, por exemplo, como a adição de um inóculo ao digestor.

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo determinar o potencial de geração de biogás a partir da fração orgânica de resíduos sólidos urbanos (RSU) frescos, inoculados com dejetos suínos em diferentes proporções.

2 Material e métodos

2.1 Coleta e preparo dos resíduos sólidos e inóculos

A amostragem do resíduo, no aterro sanitário de Guarapuava (PR), consistiu em selecionar apenas a fração orgânica da pilha de resíduos sólidos urbanos (ainda não aterrados) dispostos no dia anterior. O procedimento seguiu a técnica de quarteamento da norma NBR 10.007 (ABNT, 2004). Em laboratório, o resíduo foi novamente homogeneizado e moído. Como inóculo, foi utilizado dejetos suínos, coletados em uma propriedade rural da região.

2.2 Montagem e partida dos biodigestores

A montagem e “start up” dos biodigestores foram conduzidas de forma a acompanhar a variação do potencial de geração de biogás, usando dejetos suínos como inóculo do resíduo orgânico nas proporções 1 g_{sv} resíduo:1 g_{sv} inóculo e 3g_{sv} resíduo:1 g_{sv} inóculo. Os biodigestores utilizados foram constituídos de frascos de borossilicato de 250 mL, com manômetro para a leitura da pressão interna dos frascos. Os diferentes tratamentos foram preparados em modo batelada. Todas as amostras foram homogeneizadas de modo a aumentar a interação entre inóculo/resíduo. A adição de água foi necessária para que todos os biodigestores fossem conduzidos nas mesmas condições experimentais de umidade para fins de comparação dos resultados de produção de biogás ao final dos 50 dias de digestão. A umidade escolhida para este trabalho foi de 85%, dentro da faixa recomendada para a geração de biogás

por Andreoli et al. (2003) e USEPA (1991). O experimento foi conduzido em triplicatas para todos os tratamentos (resíduo + inóculo) e brancos (apenas inóculo). Os tratamentos foram constituídos por: a) 3 biorreatores compostos pela FORSU + dejetos suíno na proporção 1:1 com base em gramas de sólidos voláteis (gsv); b) 3 biorreatores compostos pela FORSU + dejetos suíno na proporção 3:1 com base em gramas de sólidos voláteis (gsv); c) 3 biorreatores apenas contendo dejetos suíno (brancos). Após o preenchimento de cada biodigestor, uma corrente de gás nitrogênio (N_2) foi circulada no “headspace” dos frascos por 5 minutos de modo a garantir as condições de anaerobiose do meio (MSHANDETE et al., 2004). Procedeu-se então à incubação dos biodigestores em banho termostaticado, à temperatura constante de 32°C por um período de 50 dias.

2.3 Monitoramento do potencial de geração de biogás

Os valores de pressão interna foram obtidos por leitura dos manômetros acoplados aos biodigestores. Os valores de pressão foram convertidos em volume de biogás nas condições normais de temperatura e pressão (CNTP) de acordo com a lei de gases ideais. Para obter os valores reais de produção de biogás a partir da fração orgânica dos resíduos, os valores de volume de biogás obtidos nos biodigestores com resíduo foram subtraídos dos valores de biogás gerado nos brancos (apenas com inóculo).

2.4 Caracterização do biogás: quantificação do metano

A frequência de coleta e caracterização do biogás (em termos de CH_4 e CO_2) dependeu do acúmulo de gás gerado nos biodigestores; nesse caso, as medidas foram feitas no 3º e no 50º dias de digestão. As análises foram realizadas em triplicatas utilizando-se de um “kit” portátil de análise de biogás, desenvolvido pela EMBRAPA Suínos e Aves em parceria com a Alfakit Ltda. O biogás era coletado em saco Tedlar, próprio à amostragem de gases. De acordo com o método, a determinação de CH_4 e CO_2 baseia-se em testes volumétricos.

3 Resultados

3.1 Geração de biogás

A Tabela 1 apresenta os volumes acumulados de biogás ao longo do período de digestão para os tratamentos da fração orgânica do resíduo orgânico inoculados com dejetos suíno nas proporções 1:1 e 3:1.

Tabela 1- Produção bruta e líquida média do biogás (em mL) ao final dos dois tratamentos.

Parâmetro	<i>Proporção 3:1</i>	<i>Proporção 1:1</i>
	Volume de biogás (mL)	Volume de biogás (mL)
Produção bruta (RSU + Branco)	115	157
Branco	45	108
Produção líquida	70	49
Média das triplicatas		

As condições de anaerobiose inicialmente estabelecidas favoreceram o processo de biodigestão anaeróbia já a partir das primeiras horas de incubação, pelo estabelecimento de uma fase metanogênica desde o início do experimento. Ainda, outro fato que deve ter contribuído para a rápida resposta em termos de degradação é a natureza essencialmente orgânica dos resíduos. Nesse trabalho, apenas resíduos com elevado teor de celulose e hemicelulose foram digeridos; outros componentes do lixo urbano, como papel, papelão, metal, plástico, etc. foram removidos dado o seu elevado tempo de degradação.

Embora tenha gerado um volume menor de gás (bruto), a eficiência da mistura resíduo:inóculo na proporção 3:1 foi superior à proporção 1:1, pelo volume líquido de biogás produzido durante o período de incubação (70 mL contra 49 mL da proporção 1:1).

3.2 Caracterização do biogás dos tratamentos avaliados

A Tabela 2 mostra os teores de metano e dióxido de carbono verificados em todos os tratamentos nas proporções 1:1 e 3:1.

Tabela 2 – Concentrações de metano no início e fim da biodigestão.

	<i>Proporção 1:1</i>		<i>Proporção 3:1</i>	
	Dia 3	Dia 50	Dia 3	Dia 50
CH ₄ (%)	64	67	57	60
CO ₂ (%)	27	22	29	23

As condições de anaerobiose inicialmente estabelecidas também contribuíram para as elevadas concentrações de metano já no início do experimento (os valores reportados na Tabela 2 atestam fase metanogênica desde o início). Vê-se, ainda, pela Tabela 2, que a elevada proporção de inóculo contribuiu para uma maior concentração de metano, embora com pequena diferença, do início ao fim da biodigestão, comparativamente à proporção 3:1. Crovador (2014), analisando a fração orgânica de resíduos sólidos do mesmo aterro (Guarapuava-PR) inoculado com lodo de ETE na proporção de 50:1 (inóculo/resíduo) e nas mesmas condições experimentais de incubação (temperatura, digestor, etc.), obteve concentrações médias de 78%

de metano, portanto, ainda superiores àquelas aqui apresentadas, provavelmente devido à proporção resíduo:inóculo (50:1) bem superior àquelas utilizadas no presente estudo (1:1 e 1:3).

4 Conclusões

O teste com os biodigestores de bancada utilizados demonstraram ser uma alternativa viável, de fácil utilização e baixo custo operacional na determinação do potencial de geração de biogás a partir da fração orgânica de resíduos sólidos urbanos. As diferenças entre os volumes de biogás gerados nas diferentes proporções resíduo:inóculo avaliadas devem-se, provavelmente, à presença de compostos inibidores do processo de biodigestão presentes no dejetos (como a amônia) e/ou outros provenientes da própria ração animal.

5 Agradecimentos

Os autores agradecem às seguintes agências de fomento pelo suporte financeiro:

- Fundação Araucária do Paraná e Secretaria de Estado da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior do Paraná (SETI);
- Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil, no âmbito do Programa Ciência Sem Fronteiras (CsF).

Referências

- ANDREOLI, C. V.; FERREIRA, A. C.; CHERNICHARO, C. A. AND BORGES, E. S. M., **Secagem e higienização de lodos com aproveitamento de biogás**, In: Cassini, S. T. (Ed.), Digestão de resíduos sólidos orgânicos e aproveitamento do biogás, Rio de Janeiro: ABES, Rima, p. 121-165, 2003.
- ÁLVAREZ, J. A.; OTERO, L.; LEMA, J. M. A methodology for optimising feed composition for anaerobic co-digestion of agro-industrial wastes. **Bioresource Technology**, v.101, n.04, p.1153-1158, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 71p.
- CROVADOR, M. I. C. **Potencial de geração de biogás a partir da fração orgânica de resíduos sólidos urbanos**. 2014, 119 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Bioenergia, área de concentração em Biocombustíveis, Universidade Estadual do Centro - Oeste, 2014.
- MSHANDETE, A.; KIVAIISI, A.; RUBINDAMAYUGI, M.; MATTIASSON, B. Anaerobic batch co-digestion of sisal pulp and fish wastes. **Bioresource Technology**, v.95, n.01, p.19-24, 2004.
- US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA), **Air emissions from municipal solid waste landfills** - Background information for proposed standards and guidelines. Publication EPA-450/3-90-011a, North Carolina (1991).